

**PEMODELAN DAN ANALISA LONJAKAN ARUS SAAT
STARTING MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN
*SOLID-STATE SOFT START SWITCHING***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Strata 1
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun oleh :

Nama : Nahriful Asri

NIM : 201410130311002

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

NAHRIFUL ASRI

NIM : 201410130311002

Tanggal Ujian : 20 Maret 2019


Periode Wisuda : 27 April 2019


1. **Ir. Diding Suhardi, MT.**
NIDN : 0706066501

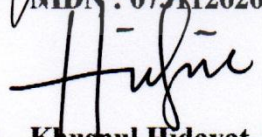
(Pembimbing I)


2. **Ir. Nur Alif Mardiyah, MT.**
NIDN : 0718036502

(Pembimbing II)


3. **Ir. Nurhadi, MT.**
NIDN : 0731126202

(Penguji I)


4. **Khushul Hidayat, ST.**
NIP : 180323101982

(Penguji II)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Nur Alif Mardiyah, MT.
NIDN : 0718036502

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul :

**“PEMODELAN DAN ANALISA LONJAKAN ARUS SAAT
STARTING MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN *SOLID-
STATE SOFT START SWITCHING*”**

Dalam mewujudkan semua yang lebih baik, kami selalu berhadapan dengan segala macam hambatan. Tidak lain halnya dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini, banyak hambatan yang harus penulis dapat lewati, tetapi berkat bantuan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat melampauinya dengan baik dan benar.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan ketrampilan yang penulis miliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari seluruh pihak sangat diharapkan untuk perbaikan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Malang, 2 Maret 2019

Nahriful Asri

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT untuk segala nikmat hidup dan nikmat dalam kesempatan menuntut ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“PEMODELAN DAN ANALISA LONJAKAN ARUS SAAT STARTING MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN *SOLID-STATE SOFT START SWITCHING* “**. Dimana tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai Strata 1 (S1) Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak dibantu, dibimbing dan didukung oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis sangat ingin mengucapkan banyak – banyak terima kasih kepada :

1. Abah Bambang, dan Ibu Rahwamati selaku orang tua yang senantiasa mendo'akan dan memberi dukungan, baik materil maupun moril selama menempuh pendidikan dan penulisan tugas akhir ini. Semoga Allah membalas kebaikan mereka berdua.
2. Mas Rifai, dan Adik Fiki selaku saudara kandung yang senantiasa memotivasi dan memberi dukungan.
3. Bapak Ir. Diding Suhardi, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membantu dan memberi pengarahan dalam pembuatan laporan ini.
4. Ibu Ir. Nur Alif Mardiyah, MT. selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Jurusan yang juga senantiasa membantu dan memberi pengarahan dalam pembuatan laporan ini.
5. Bapak Ir. M. Irfan, MT. selaku Dosen Wali Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Pengajar Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang yang sudah berjasa dalam memberi ilmu selama pendidikan.
7. Teman-teman Lembaga Dakwah Kampus, HMJ dan Fakultas yang telah membantu dalam proses berorganisasi dan dakwah di kampus UMM, terutama teman-teman di UKM-K Jamaah A.R Fachruddin dan HMJ Teknik Elektro UMM.

8. Tim Latimojong Yufi, Ikhwani, Azam dan Ichsan, yang menjadi teman diskusi, mendaki dan sharing bersama, semoga cepat menyusul di wisuda periode depan.
9. Teman-teman kelas saya “Elektro 2014 A” yang selama ini merasakan kerasnya dalam berproses di fakultas teknik.

Akhirnya penulis berharap, semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat dalam pengembangan ilmu jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang, khususnya bagi penulis dan pembaca sekalian.



Malang, 2 Maret 2019

Nahriful Asri

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Motor Induksi Tiga Fasa	5
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa	5
2.1.2 Rangkaian Ekuivalen	6
2.2 Induktor.....	8
2.3 Soft-Start.....	10
2.4 MATLAB 2017a	11
2.4.1 MATLAB Simulink	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Studi Literatur	12
3.2 Gambaran Umum Perancangan dan Pembuatan Sistem	12
3.3 Perancangan Motor Induksi 3 Fasa	14
3.3.1 Perhitungan Rangkaian Ekuivalen	15
3.4 Perancangan Induktor	15
3.5 Perancangan Soft Start	16

BAB IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN	21
4.1 Rangkaian Simulasi	21
4.2 Hasil Pengujian Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 5 Tahap	21
4.3 Hasil Pengujian Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 7 Tahap	22
4.4 Hasil Pengujian Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 5 Tahap	23
4.5 Hasil Pengujian Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 9 Tahap	24
4.6 Hasil Pengujian Menggunakan <i>Star-Delta</i>	25
4.7 Pembahasan	26
4.8 Perbandingan	27
BAB V KESIMPULAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor Induksi Tiga Fasa	5
Gambar 2.2	Rotor Sangkar Tupai pada Motor Induksi	6
Gambar 2.3	Rotor Belitan pada Motor Induksi	6
Gambar 2.4	Rangkaian Ekuivalen Perfasa pada Motor Induksi	6
Gambar 2.5	Rangkaian Ekuivalen Tegangan Thevenin	7
Gambar 2.6	Rangkaian Ekuivalen Impedansi Thevenin	7
Gambar 2.7	Rangkaian Ekuivalen Thevenin pada Motor Induksi	7
Gambar 2.8	Sinyal pada Induktor Bila Diberi Sumber Tegangan AC	8
Gambar 2.9	Rangkaian <i>Soft Start</i> Tiga Fasa	10
Gambar 2.10	Simbol Antiparalel SCR atau Thyristor (TRIAC)	10
Gambar 2.11	Sudut Penyalaan Thyristor	11
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Perancangan dan Pembuatan Sistem	13
Gambar 3.2	<i>Single Line Diagram Soft Start</i>	13
Gambar 3.3	Motor Asinkron pada MATLAB.....	14
Gambar 3.4	Blok Induktor	16
Gambar 3.5	Model Induktor pada Rangkaian Tiga Fasa	16
Gambar 3.6	Rangkaian Daya <i>Soft Start</i> Tiga Fasa	16
Gambar 3.7	Blok <i>Soft Start</i>	17
Gambar 3.8	Rangkaian <i>Soft Start</i> 3 Fasa pada MATLAB	17
Gambar 3.9	<i>Silicon Controlled Rectifier</i> (SCR) atau Thyristor	18
Gambar 3.10	Blok <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM).....	18
Gambar 4.1	Rangkaian Simulasi <i>Soft Start</i> pada Motor Tiga Fasa	21
Gambar 4.2	Arus pada Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 5 Tahap.....	21
Gambar 4.3	Arus Pengujian RMS 3D5T.....	22
Gambar 4.4	Arus pada Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 7 Tahap.....	22
Gambar 4.5	Arus Pengujian RMS 3D7T	23
Gambar 4.6	Arus pada Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 5 Tahap.....	23

Gambar 4.7	Arus Pengujian RMS 4D5T.....	24
Gambar 4.8	Arus pada Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 9 Tahap.....	24
Gambar 4.9	Arus Pengujian RMS 4D9T.....	25
Gambar 4.10	Arus 3 Fasa pada Sistem <i>Start Delta</i>	25
Gambar 4.11	Arus RMS Sistem <i>Start Delta</i>	26
Gambar 4.12	Perbandingan Arus <i>Overshoot</i> Sistem <i>Soft Start</i> Pengujian 3D7T dengan Sistem <i>Star Delta</i>	27



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Parameter Motor Induksi	14
Tabel 3.2	Parameter SCR	18
Tabel 3.3	Perancangan Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 5 Tahap (3D5T).....	19
Tabel 3.4	Perancangan Sudut Penyalaan Trigger 3 Detik dengan 7 Tahap (3D7T).....	19
Tabel 3.5	Perancangan Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 5 Tahap (4D5T).....	20
Tabel 3.6	Perancangan Sudut Penyalaan Trigger 4 Detik dengan 9 Tahap (4D9T).....	20
Tabel 4.1	Data Hasil Percobaan Sistem <i>Soft-Start</i>	26
Tabel 4.2	Data Hasil Perbandingan Arus	28



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bruce M., "Reduced Voltage Starting of Squirrel Cage Induction Motor", IEEE Transaction on Industry Application, vol. IA-20, No. 1, January, 1984
- [2]. Deras A. Said, "Current limiting soft starter for three phase induction motor drive system using PWM AC chopper", IET, vol.10, pp.1298-1306, Mesir, Juni, 2017
- [3]. Purba A. Jupiter, "Analisis Perbandingan Torsi Start dan Arus Start dengan Menggunakan Metode Pengasutan Autotrafo, Star Delta dan DOL(Direct On Line) Pada Motor Induksi 3 Fasa", SINGUDA ENSIKOM, vol.6, Januari, 2014
- [4]. Pamungkas F. Deny, "Konverter AC-AC fase Metode Kontrol Sudut Fase Menggunakan Triac dan IC TCA 785 Sebagai Pengatur Tegangan pada Soft-Starting Motor Induksi Tiga Fasa", TRANSIENT, vol.6, Maret, 2017.
- [5]. Damjanovic A., "Protection of Medium Voltage SCR Driven Soft-Starter From High-Frequency Switching Transients", IEEE, vol.52, Desember, 2016.
- [6]. Purba J., "Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Direct Torque Control Dengan Menggunakan Matlab 7.0.1". Universitas Sumatra Utara, 2009.
- [7]. Chapman, J Stephen, "Electric Machinery Fundamentals", Mc Graw Hill, New York, 2005.
- [8]. Rees B. Lawrence, "Inductors and AC Circuits". BYU, 2006.
- [9]. Handbook, "Solid-state soft start motor controller and starter", EATON, Februari, 2011
- [10]. Chakrabarty J, "Induction Motor Soft Starter Using Solid State Switching Devices", IJSR, vol.5, pp.502-504, India, July, 2016
- [11] Handbook, "Softstarter Handbook", ABB, November, 2010.
- [12]. Trivedi Bhavin, "Soft Start of Induction Motor Using TRIAC Switching", IJEDR, vol.5, pp.1635-1639, India, 2017